

การออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า

เรืองยศ แก้วหล้า^{1*} นิคม สุนขุนทด² อัญญา วรรณกายนต์³
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*2 3}
อีเมล : Reangyotkaewla2012@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 26 ตุลาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 12 มีนาคม 2568

วันที่ตอบรับบทความ 28 มีนาคม 2564

บทคัดย่อ

การออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า พบว่า รถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้าได้ทำการออกแบบมีขนาด ความกว้างเท่ากับ 1.2 เมตร ความยาวเท่ากับ 1.5 เมตร ความสูงเท่ากับ 1.41 เมตร ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ขนาด 2,000 วัตต์, กล่องคอนโทรลเลอร์ 100 แอมป์, แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนขนาด 30 แอมป์, ชุดส่งกำลังผ่านโซ่เฟืองโซ่มีค่าเท่ากับ 7.806 : 1, เกียร์ 1 อัตราทด 16 : 1 ความเร็วรอบเพลาท่าเท่ากับ 29.7 rpm, เกียร์ 2 อัตราทด 12 : 1 ความเร็วรอบเพลาท่าเท่ากับ 42.2 rpm, กำลังพรวนเท่ากับ 1.729 แรงม้า รถไถสามารถไถพรวนดินในดินร่วนปนทราย เพื่อเตรียมดินในการทำเกษตรขนาดเล็กในการปลูกพืช ได้ผลทดสอบประสิทธิภาพของรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า ในสภาพดินร่วนปนทรายในพื้นที่ใกล้เคียงกันขนาดพื้นที่เท่ากับ 200 ตารางเมตร เมื่อทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานจากเกียร์ 1 และ 2 พบว่า ความเร็วในการเคลื่อนที่ล้อ 3.186 และ 4.91 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีเวลาในการทำงาน 0.122 และ 0.079 ไร่ต่อชั่วโมง มีอัตราการใช้เชื้อเพลิง 16.93 และ 11.89 เปอร์เซ็นต์ อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 245.66 และ 157.98 วัตต์ต่อชั่วโมง ความกว้างของการไถ 0.55 เมตร มีความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (TFC) 1.094 และ 1.693 ไร่ต่อชั่วโมง มีความสามารถในการทำงานจริง (EFC) 1.017 และ 1.574 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพ (EFF) ร้อยละ 92.1 และ 93.66 เปอร์เซ็นต์ และผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน รวมทุกด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46

คำสำคัญ : มอเตอร์ไฟฟ้า รถไถเดินตาม รถไถพรวนดินพลังงานไฟฟ้า



Design and Development of a Small Electric Power Walk-Behind Tiller

Ruangyot Kaewla ^{1*}, Nikom Lonkuntosh ², Asada Wannakayont ³
Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University^{1-3*}
E – mail : Reangyotkaewla2012@gmail.com^{1*}

Received 26 October 2024

Revised 12 March 2025

Accepted 28 March 2025

Abstract

Designs and development of a small-scale electric-powered soil-walking tiller showed that the tiller dimensions were 1.2 meters wide, 1.5 meters long, and 1.41 meters high. The utilized power was a 2,000-watt motor, a 100-amp controller, and a 30-amp lithium-ion battery. The power transmission system through a sprocket chain set had a ratio of 7.806:1. Gear 1 operates at a reduction ratio of 16:1 with a rotor speed of 29.7 rpm, while Gear 2 is operated at a reduction ratio of 12:1 with a rotor speed of 42.2 rpm. The tiller generated a torque of 1.729 horsepower and had the capability of tilling soil, including sandy loam, which prepared small-scale agricultural land for crop cultivation. The performance testing of the small-scale electric-powered soil-walking tiller in sandy loam soil in conditions whereas the nearby area measured 200 square meters, or 10 x 20 meters (200 square meters), the findings were obtained: For Gear 1 and Gear 2, the wheel speeds were measured at 3.186 and 4.91 kilometers per hour, respectively. The operational times were 0.122 and 0.079 hours, with slip rates of 16.93 and 11.89. Electrical energy consumption rates were 245.66 and 157.98 watts. The plowing width was 0.55 meters. The theoretical field capacity (TFC) was 1.094 and 1.693 acres per hour, while the effective field capacity (EFC) was 1.017 and 1.574 acres per hour. Efficiency (EFF) values were 92.1 and 93.66. The efficiency test was conducted by 5 experts who inspected all aspects and were at the highest level, with a mean score of 4.77 and a standard deviation of 0.46.

Keywords : Electric Motor, Walk – Behind Tiller, Electric Power Tiller

1. บทนำ

สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมีความอันตรายอันเกิดจากก๊าซพิษของเครื่องยนต์สันดาปภายในที่ออกมาจากท่อไอเสียที่ลอยปะปนในอากาศ พบว่า เมื่อเครื่องยนต์เผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไป 1 แกลลอน สารประกอบของตะกั่ว (Tetraethyl Lead) จะมีคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 3 ปอนด์ โดยผู้ผลิตน้ำมันได้เติมสารประกอบของตะกั่ว ซึ่งเป็นของเหลวใส่ลงไปในน้ำมันเบนซินและน้ำมันเครื่องที่ใช้กับเครื่องยนต์ เพื่อให้มีออกเทนสูง (Octane Bumber) สูง วิ่งเร็ว ป้องกันไม่ให้เครื่องยนต์เกิดการชกกระตุก (Antiknock Additive Substance) แต่เนื่องจากการเผาไหม้น้ำมันในเครื่องยนต์ที่ไม่สมบูรณ์ จะมีสารประกอบของตะกั่วทำให้อากาศเกิดมลพิษกระจายในอากาศทั่วบริเวณ ตามสถิติในน้ำมันเบนซินมีสารตะกั่วละลายอยู่ 0.7 กรัมต่อลิตร หลังจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์พบว่าตะกั่วประมาณ 0.4 กรัมต่อลิตร จะถูกปล่อยออกมาไปยังสิ่งแวดล้อม พิษของตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายของมนุษย์โดยการหายใจ เปื้อนอาหาร อาเจียน อ่อนเพลีย โลหิตจาง ทำลายเนื้อเยื่อสมอง ทำให้ปวดศีรษะ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ตะกั่วยังไปสะสมได้ในกระดูก เพราะตะกั่วมีลักษณะคล้ายแคลเซียม และสามารถสะสมในเนื้อเยื่ออ่อนโดยเฉพาะในสมอง ไต และอวัยวะอื่น ๆ ได้ด้วย (วิจิตร บุญยะโหตระ, 2566)

ในปัจจุบัน มีการนำเอาเครื่องจักรกลมาใช้เป็นต้นกำลังทดแทนแรงงานสัตว์เป็นการทุ่นแรงของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น การขนส่งสินค้าหรือ ผลผลิตทางการเกษตร การขุดลอกเครื่องมือทุ่นแรงสำหรับเตรียมดินในพื้นที่ปลูก การปลูก การหว่านปุ๋ย การพ่นยา ตลอดจนการเก็บเกี่ยว เป็นต้น เพื่อให้ทันต่อเวลาการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายงานเกษตรกรรมในยุคปัจจุบันเปลี่ยนแปลงด้วยเทคโนโลยีที่มีคุณภาพมากขึ้น อายุเฉลี่ยของผู้ประกอบอาชีพเกษตรกรที่มีแนวโน้มว่าเป็นผู้สูงอายุและเกษตรกรรุ่นใหม่ ก็หันไปใช้เครื่องทุ่นแรงมากขึ้นโดยการนำเครื่องจักรกลเข้าสู่ภาคเกษตรกรรมมากขึ้นด้วย เนื่องด้วยประโยชน์จากการใช้เครื่องจักรกล คือการทำงานได้รวดเร็วขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น จะเห็นได้ว่า เครื่องจักรกลการเกษตรเริ่มมีผลกับการประกอบอาชีพเกษตรกรรมมากขึ้น (วุฒิชัย แพงคำรัก, 2559) ดังนั้น เกษตรกรที่ใช้รถไถเดินตามในภาคการเกษตรที่มีแหล่งกำเนิดต้นกำลังเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Power Engine) ในการขับเคลื่อนและเครื่องยนต์ทำงานทำให้เกิดภาวะโลกร้อน รถไถเดินตามที่แล่นไปด้วยพลังงานการเผาไหม้ของน้ำมันเบนซิน (สำหรับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก) และน้ำมันดีเซล (สำหรับเครื่องยนต์ขนาดใหญ่) ที่ใช้ในรถไถนาหว่านหว่าน และรถไถนาเดินตาม จะปล่อยไอควัน ก๊าซต่าง ๆ สู่อากาศในอัตราสูงก่อให้เกิดอากาศเสีย ทั้งนี้รถไถเดินตามที่ใช้เชื้อเพลิงสันดาปภายใน ส่วนใหญ่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากโรงกลั่น และราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาที่สูงมาก โดยเฉพาะน้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซิน จากการสำรวจผู้วิจัยได้สืบค้นข้อมูลราคาระหว่าง ปี 2561-2566 และเปรียบเทียบราคาน้ำมันดีเซล เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2561 พบว่าราคาดีเซล (H-Desel) อยู่ที่ 28.59 บาท/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับราคาน้ำมันดีเซลชนิดเดียวกัน เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2566 พบว่าราคาอยู่ที่ 31.94 บาท/ลิตร ราคาแตกต่างกัน อยู่ที่ 3.4 บาท/ลิตร และน้ำมันเบนซิน (ULG 95) เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2561 พบว่าราคาเบนซิน อยู่ที่ 36.42 บาท/ลิตร เปรียบเทียบกับราคาน้ำมันเบนซินชนิดเดียวกัน เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2566 พบว่าราคาอยู่ที่ 45.04 บาท/ลิตร มีราคาแตกต่างกัน อยู่ที่ 8.62 บาท/ลิตร (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2566) ความแตกต่างราคาน้ำมันดีเซลและเบนซินมีราคาสูงขึ้นอย่างมาก ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตการเกษตรเพิ่มขึ้น จึงทำให้การเลือกใช้พลังงานทางเลือก โดยเฉพาะเครื่องยนต์พลังงานไฟฟ้า (Electric Engine) เข้ามามีบทบาทต่อภาคการเกษตรมากขึ้น นอกจากนี้สภาวะของโลกมีการเปลี่ยนแปลงและหันมาพัฒนามาใช้ต้นกำลังไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานทดแทนในการขับเคลื่อนมอเตอร์เครื่องยนต์ไม่ก่อให้เกิดควันพิษ สารตะกั่ว เขม่า ในชั้นบรรยากาศ เพื่อรักษาสมดุลบรรยากาศลดภาวะโลกร้อน อนึ่ง ปัญหาของเกษตรกร ยังขาดความรู้ในการดูแลรักษาเครื่องยนต์ตามระยะเวลา และข้อควรระวังในการใช้เครื่องยนต์ ทำให้เกิดผลเสียทางด้านเครื่องยนต์ ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ชิ้นส่วนที่ก่อให้เกิดความผิดของเครื่องยนต์ เช่น เพลาข้อเหวี่ยง, ลูกสูบ, เพลาลูกเบี้ยว จะทำให้อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นกว่าจากเดิม ชิ้นส่วนที่ก่อให้เกิดความร้อนของเครื่องยนต์ที่เพิ่มสูงขึ้น เช่น น้ำหล่อเย็น, น้ำมันเครื่อง, จารบี มีผลทำให้เครื่องยนต์สึกหลอเร็วขึ้น

(บัญญัติ เศรษฐฐิติ, 2531) เกษตรกรจึงต้องมีงบประมาณในการสำรองค่าอะไหล่ บางครั้งก็เป็นเหตุสุดวิสัยที่เกษตรกรจะต้องหยุดยั้งทรัพย์สิน โดยเฉพาะครัวเรือนที่มีฐานะฝืดเคืองทางการเงิน

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญและประโยชน์ในการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานสะอาด และพลังงานทางเลือกให้กับเกษตรกร เพื่อลดต้นทุนในการทำเกษตร และประหยัดค่าใช้จ่ายทางด้านการใช้พลังงาน ลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ลดปัจจัยในการผลิต เช่น ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาสูงขึ้น ลดค่าจ้างการซ่อมบำรุงและค่าการสึกหลอ การเปลี่ยนถ่ายของเหลว และชิ้นส่วนอุปกรณ์อะไหล่ที่มีอายุการใช้งาน ประโยชน์ของงานวิจัยนี้คาดว่าจะได้องค์ความรู้จากการพัฒนานวัตกรรมการวิจัย ด้านเครื่องยนต์ทางการเกษตร และเกษตรกรจะเป็นผู้ใช้เครื่องยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กใช้ในรถไถพรวนดิน จากพลังงานไฟฟ้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินคุณภาพรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า

3. วิธีการวิจัย

3.1 การออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า

การออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า มีวิธีการดำเนินการวิจัยได้นำกระบวนการเทคโนโลยีที่เป็นขั้นตอนการทำงาน พัฒนาสิ่งของเครื่องใช้ เพื่อใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการของมนุษย์ มาใช้ในการออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ (สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566)

3.1.1 การกำหนดปัญหาหรือความต้องการ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาจากการใช้รถไถพรวนดินเดินตามในการทำเกษตรที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในที่เผาไหม้ด้วยน้ำมันเบนซินและดีเซล และปรับปรุงพัฒนาให้ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า ที่จำเป็นต้องลดมลพิษ ลดค่าใช้จ่ายในการบริโภคน้ำมันในการทำเกษตรขนาดเล็กและพัฒนาให้ใช้งานในชุมชนท้องถิ่น ซึ่งรถไถพรวนดินเดินตามเดินตามมีความสำคัญในการทำเกษตร และได้รับความนิยมในการทำเกษตร ส่วนมากชาวบ้านเกษตรกรจะเลือกใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์สันดาปภายในด้วยราคาน้ำมันที่สูงขึ้น ทำให้ต้นทุนในการทำเกษตรสูงขึ้นตาม ในอากาศก็เกิดมลพิษตามมาด้วย ดังนั้น ชาวบ้านและเกษตรกร จึงมีความต้องการลดต้นทุนการทำเกษตร และลดมลพิษทางอากาศ โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นตัวกลางในการกำเนิดต้นกำลังที่มอเตอร์ไฟฟ้า

3.1.2 ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูล โดยการศึกษาเอกสาร ตำรา วิทยุและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวกับรูปแบบ หลักการพัฒนาเครื่องมือ และออกแบบเครื่องมือ รถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญ และได้รับความนิยมในการทำเกษตร เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถแก้ไขปัญหาการใช้น้ำมันที่สูงขึ้นและช่วยลดมลภาวะในอากาศตามความต้องการของเกษตรกรผู้ใช้

3.1.3 การเลือกวิธีการ ผู้วิจัยได้ทำการเลือกวิธีการ ในการออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากข้อดีของการใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นพลังงานที่ไม่ใช้น้ำมัน และเป็นนวัตกรรมใหม่ ซึ่งเป็นที่น่าสนใจของคนรุ่นใหม่ มีค่าใช้จ่ายในการออกแบบและพัฒนาไม่มากจนเกินไป การใช้งานไม่ซับซ้อน ง่ายต่อควบคุม และง่ายต่อการบำรุงรักษาความเสื่อมสภาพ ลดความเสี่ยงต่อการชำรุด และมีประสิทธิภาพในการทำงานได้ในระยะยาว

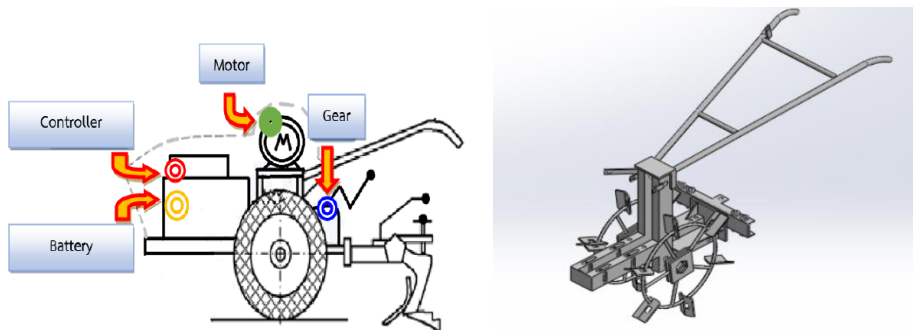
3.1.4 การออกแบบและปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า เป็นระบบไฟฟ้าควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์สั่งการไปยังมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อการขับเคลื่อน สำหรับ

ใช้งานในระดับชุมชนและท้องถิ่น โดยการเลือกใช้โครงสร้างจากเหล็กที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร และเสริมจุดกระจายแรงบิด เพื่อให้มีความแข็งแรง ทนทาน เหมาะกับการใช้งานในดินร่วนปนทรายงานที่สมบุกสมบัน มีออกแบบระบบส่งกำลังและระบบเกียร์ เดินหน้า 2 และถอย 1 เลือกใช้วัสดุ และอุปกรณ์ที่หาซื้อง่าย ราคาถูก สามารถซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย

ในที่นี้ ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา เพื่อประกอบเป็นตัวอย่างในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการสร้างรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลำพลังงานไฟฟ้า ให้ง่ายแก่ความเข้าใจ เพื่อหาขนาดของมอเตอร์กำลังวัตต์ของรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลำพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ เทียบเคียงกับค่าสมรรถนะเพื่อหาประสิทธิภาพที่ต้องการ โดยผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรในการหาค่าตัวแปรของรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลำพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลต่างๆ ของขั้นตอนการออกแบบระบบรถไถพรวนดินมีทั้งหมด 4 ค่าตัวแปร ประกอบไปด้วย หาขนาดของมอเตอร์, หาขนาดแบตเตอรี่ให้เพียงพอต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า, หาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน, หาอัตราหดรระบบส่งกำลัง มีขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาดังต่อไปนี้

- 1) การออกแบบของชุดมอเตอร์ที่ติดตั้งลงบนตัวรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลำพลังงานไฟฟ้า

ไฟฟ้า



รูปที่ 1 การออกแบบ และจัดวางอุปกรณ์ต่างๆบนตัวรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลำพลังงานไฟฟ้า

- 2) การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ บนตัวรถไถพรวนดินเดินตามพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 2 การออกแบบ และจัดวางอุปกรณ์ต่างๆบนตัวรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลำพลังงานไฟฟ้า

- 3) การคำนวณเพื่อหาขนาดของมอเตอร์เพื่อใช้ในการขับเคลื่อน (บนถนนดินอัดแห้งปานกลาง) ขั้นตอนการคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการขับเคลื่อนรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลำพลังงานไฟฟ้า

- หาแรงต้านการเคลื่อนที่ จากการหมุนของล้อ

จากสมการ

$$R_r = K_r \times W \quad (1)$$

เมื่อ

R_r = แรงต้านการหมุนของล้อ หน่วยเป็น N

K_r = สัมประสิทธิ์แรงต้านการหมุนของล้อ มีค่าเท่ากับ 0.04

W = น้ำหนักของรถยนต์ $W = m \times g = (300)(9.81) = 2,943 \text{ N}$

แทนค่าในสมการที่ (1)

$$R_r = 0.04 \times 2943$$

$$R_r = 117.72 \text{ N}$$

ดังนั้น แรงต้านการหมุนของล้อจะมีค่าเท่ากับ 117.72 N

- หาแรงต้านจากอากาศ เมื่อมีการเคลื่อนที่

กำหนด

1) ความเร็วของรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลงสุดในการออกแบบและใช้งาน

เท่ากับ 5 km/hr

2) น้ำหนักบรรทุกรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลงสุดพลังงานไฟฟ้ารวมทุกระบบ 300 kg

3) วิ่งบนถนนดินอัดแน่นระดับปานกลาง

- หาขนาดของมอเตอร์

จากสมการ

$$P = \frac{F_R R}{\eta} \quad (2)$$

$$F_R = \mu mg + \frac{1}{2} C_d \rho V^3 A \quad (3)$$

P = กำลังมอเตอร์ (w)

V = ความเร็วของรถ (m/s)

η = ประสิทธิภาพเกียร์

F_r = แรงต้านทั้งหมด (N)

μ = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่ล้อ

M = มวลของรถ (kg)

A = พื้นที่หน้าตัดของรถ (m^2)

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ

C_d = สัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศ

R = แรงต้านการหมุนของล้อ (N)

- การหาแรงต้านรวมของรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้ากำหนด
- รถไถพรวนดินเดินตามมีมวล 300 kg (รวมถึงอุปกรณ์ส่วนควบและชุดแบตเตอรี่)
- ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน เท่ากับ 0.040 (ค่าคงที่ระหว่างล้อกับถนนดินอัดแห้ง

ระดับปานกลาง)

- สัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศ เท่ากับ 0.22 (ค่าทางการออกแบบและวิจัย)
- พื้นที่หน้าตัดของรถไถพรวนดิน $A = (0.8)(1.2\text{m})(1.41\text{m}) = 1.35 \text{ m}^2$
- ความหนาแน่นของอากาศ $1.2 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- ความเร็วของรถไถพรวนดินที่ต้องการสูงสุดในการใช้งาน 5 km/hr

$$\frac{5000(m)}{3600(s)} = 1.388 \text{ m/s}$$

แทนค่าในสมการที่ (3)

$$F_r = (0.040)(300)(9.81) + \frac{1}{2}(0.22)(1.2)(1.388^2)(1.35)$$

$$F_r = 118.069 \text{ N}$$

ดังนั้น แรงต้านรวมของรถไถพรวนดินเดินตามมีค่าเท่ากับ 118.069 N

- หาขนาดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์จากสมการที่ 2
- แรงต้านรวม 118.069 N
- ความเร็วของรถในการออกแบบ 5 m/s
- ประสิทธิภาพเกียร์ของรถไถพรวนดิน เท่ากับ 0.5

แทนค่าในสมการที่ (2)

$$P = \frac{(118.069) (5)}{0.5}$$

$$P = 1180.69 \text{ W}$$

$$P = 1.18 \text{ kW}$$

ขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ในรถไถพรวนดินเดินตามจะต้องมีขนาด 1180.69 W หรือ 1.18 kW

4) ค่าความปลอดภัยในการออกแบบมอเตอร์ ด้านความปลอดภัยเนื่องจากมีการโหลดหรือสภาวะการทำงานที่ไม่คาดคิดที่อาจส่งผลต่อการทำงานของระบบ การออกแบบมอเตอร์ส่วนใหญ่ควรเลือกปัจจัยด้านความปลอดภัยประมาณ 1.5 ถึง 2.25 นี้หมายถึงตัวคูณสำหรับปริมาณแรงที่มอเตอร์ควรจ่ายและจะมีพลังงานเพียงพอ

ขนาดของมอเตอร์ที่คำนวณได้ 1.18 kW นำมาคูณกับค่าความปลอดภัยในการออกแบบ 1.5 ค่าความปลอดภัยในการออกแบบมอเตอร์ $1.18 \times 1.5 = 1.77 \text{ kW}$ ดังนั้นจึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 2 kW หรือ 2000 W

5) การคำนวณหาขนาดแบตเตอรี่ เพื่อให้เพียงพอต่อการทำงาน ขนาดพื้นที่ 200 ตาราง จำนวน 3 แปลง และประเมินระยะการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง

หาขนาดของแบตเตอรี่ที่ต้องใช้ ใช้ในการวิ่งเป็นระยะทาง 1.2 km ภายในพื้นที่ 200 ตาราง 3 แปลง ต่อ 1 การชาร์จ จะใช้พลังงานไฟฟ้า $2000 \text{ W}/72\text{V} = 27.777 \text{ A}$ (ไม่คิดแรงฉุดลากหรือภาระโหลดทางมอเตอร์) ผู้วิจัยเลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 72 V 30 A จึงจะเพียงพอต่อการใช้งานของพื้นที่ที่กำหนด

6) หาค่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการประเมินระยะทาง ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง สำหรับวิธีการนี้จะพิจารณาประเมินจากระยะเวลาในการจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ เพื่อใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังของรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเวลาในการจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่ได้จากสมการที่ 10

ค่า P ของมอเตอร์ไฟฟ้าเท่ากับ 2,000 W

ค่า P ของแบตเตอรี่เท่ากับ 2,160 W

จากสมการ

$$\text{Time} = \left(\frac{P_{\text{Battery}} \times 100}{(P_{\text{electric}} \times 100)} \right) \quad (4)$$

แทนค่าในสมการที่ (4)

$$\text{Time} = \left(\frac{2,160 \times 100\%}{2,000 \times 100\%} \right)$$

$$= 1.08 \text{ ชั่วโมง หรือเป็นเวลา 64.8 นาที}$$

เมื่อ P คือกำลังไฟฟ้า

- ค่า P ของแบตเตอรี่ สามารถหาได้จาก

จากสมการ

$$P = V \times I \quad (5)$$

แทนค่าในสมการที่ (5)

ค่า P ของแบตเตอรี่

$$P = 72 \times 30$$

$$P = 2,160 \text{ W}$$

ดังนั้น แบตเตอรี่ขนาด 72 V 30 A จะสามารถใช้งานได้เต็มที่เป็นเวลาเท่ากับ 1.08 ชั่วโมง หรือ คิดเป็น นาทีเท่ากับ 65 นาที

7) หาอัตราทดของโซ่และเฟืองโซ่ส่งกำลัง จากการส่งกำลังชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ที่ความเร็วรอบที่ใช้ของมอเตอร์ไฟฟ้า 600 rpm ส่งผ่านมายังชุดส่งกำลังชุดที่ 1 ที่เป็นการส่งกำลังแบบโซ่และเฟืองโซ่โดยมีการคำนวณหาอัตราทดของโซ่และเฟืองโซ่ชุดที่ 1 มี ดังนี้ กำหนด

i = ความเร็วรอบการส่งกำลังจากชุดที่ 1 มีค่า เท่ากับ 600 rpm

- เฟืองโซ่ a ส่งกำลังผ่านโซ่กับเฟืองโซ่ b

- เฟืองโซ่ c ส่งกำลังผ่านโซ่กับเฟืองโซ่ d

จากสมการ

$$i = \left(\frac{T_b \times T_d}{T_a \times T_c} \right) \quad (6)$$

แทนค่าในสมการที่ (6)

$$i = \left(\frac{30 \times 51}{14 \times 14} \right)$$

$$i = 7.806$$

ดังนั้น อัตราทดของโซ่และเฟืองโซ่มีค่าเท่ากับ 7.8 : 1

จากนั้นมีการใช้ชุดเกียร์ที่เลือกใช้เพื่อทดรอบให้ลดลงให้เหมาะสมกับรถไถพรวนดินเดินตาม เพราะต้องการกำลังในการขับเคลื่อนที่เพิ่มสูงขึ้น ให้ความเร็วในการทำงานลดลง โดยเลือกใช้เกียร์ทดรอบเร็วและช้า คืออัตราทดที่เท่ากับ 1:16 และ 1:12 เพื่อดำเนินความเร็วรอบของเพลาก็จะได้ความเร็วรอบดังนี้

จากสมการ

$$\text{อัตราเร็วรอบของเพลา (rpm)} = \text{อัตราเร็วของเครื่องยนต์ (rpm)} / \text{อัตราทดเฟือง} \quad (7)$$

แทนค่าในสมการที่ (7)

$$\text{เกียร์ 1 คือ } \left(\frac{600}{16} \right) - 7.8 = 29.7 \text{ rpm}$$

$$\text{เกียร์ 2 คือ } \left(\frac{600}{12} \right) - 7.8 = 42.2 \text{ rpm}$$

ดังนั้น ความเร็วรอบเกียร์ 1 มีค่าเท่ากับ 39.7 rpm และความเร็วรอบเกียร์ 2 มีค่าเท่ากับ 42.7 rpm

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัยในการทดสอบประสิทธิภาพรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า

3.2.1 ดำเนินการติดต่อประสานงานผ่านหัวหน้ากลุ่มสหกิจชุมชนบ้านจบก ตำบลบ้านผือ

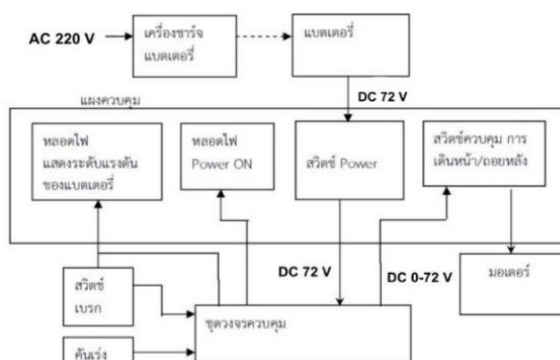
อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์ เนื่องจากพื้นที่มีลักษณะของดินที่เป็น ดินร่วนปนทราย

3.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพประสิทธิภาพ รถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า โดยการทดสอบประสิทธิภาพการไถพรวนดินในแปลงเกษตรขนาด 200 ตารางเมตร ด้วยการทำซ้ำ 3 ครั้ง ในพื้นที่ทดสอบประเภทดินเดียวกันมีพื้นที่ที่ติดกัน และแบ่งการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 2 ประเภท คือ ความเร็วต่ำใช้ระดับเกียร์ 1 และความเร็วสูงในระดับเกียร์ 2

3.3.3 ค่าชี้ผลที่ใช้ในการคำนวณได้แก่ ความเร็วของล้อ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง), เวลาในการทำงาน (ไร่ต่อชั่วโมง), อัตราการสิ้นเปลือง (เปอร์เซ็นต์), อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (วัตต์ต่อชั่วโมง), ความกว้างของการไถ (เมตร), ความสามารถตามทฤษฎีความกว้างของการไถ (TFC) (ไร่ต่อชั่วโมง), ความสามารถในการทำงานจริง (EFC) (ไร่ต่อชั่วโมง), ประสิทธิภาพ (EFF) (เปอร์เซ็นต์)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1



รูปที่ 3 การออกแบบรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า

ผลจากการออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า โดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยี 7 ขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ รถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้าเป็นรถต้นแบบที่ได้ออกแบบและพัฒนาโดยมีขนาด ความกว้าง 1.35 เมตร ความยาว 2 เมตร ความสูง 1 เมตร โครงสร้างหลักที่มีขนาดความหนา 5 มิลลิเมตร น้ำหนักโดยรวมเท่ากับ 300 กิโลกรัม ขนาดล้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 50 เซนติเมตร เพลาส่งกำลังมีขนาดเท่ากับ 25 มิลลิเมตร ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์กระแสชนิดไร้แปรงถ่านขนาดเท่ากับ 2,000 วัตต์ ,กล่องคอนโทรลเลอร์ 100 แอมป์ ,กล่อง DC to DC คอนเวอร์เตอร์ ,แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ขนาดเท่ากับ 30 แอมป์ ,ชุดส่งกำลังผ่านโซ่เฟืองโซ่มีค่าเท่ากับ 7.806 : 1 ,เกียร์ 1 อัตราทด 16 : 1 ความเร็วรอบเพลาเท่ากับ 29.7 rpm และเกียร์ 2 อัตราทด 12 : 1 ความเร็วรอบเพลาเท่ากับ 42.2 rpm ,มีแรงม้าของกำลังพรวนเท่ากับ 1.729 แรงม้า รถไถสามารถไถพรวนดินในดินร่วนปนทราย เพื่อพรวนดิน และเตรียมดินในการทำเกษตรขนาดเล็กในการปลูกพืช

4.2 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า ระดับเกียร์ 1

รายการ	ข้อมูลการทดสอบ			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1.ความเร็วของล้อ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	3.180	3.178	3.180	3.186
2.เวลาในการทำงาน (ไร่ต่อชั่วโมง)	0.123	0.122	0.123	0.122
3.อัตราการสิ้นไถล (เปอร์เซ็นต์)	15	17.9	17.9	16.93
4.อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (วัตต์ ชั่วโมง)	246.59	245.48	244.92	245.66

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	ข้อมูลการทดสอบ			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
5.ความกว้างของการไถ (เมตร)	0.55	0.55	0.55	0.55
6.TFCความสามารถตามทฤษฎี ความกว้างของการไถ (ไร่ต่อชั่วโมง)	1.096	1.092	1.096	1.094
7.EFCความสามารถในการทำงาน จริง	1.013	1.019	1.020	1.017
8.Eff ประสิทธิภาพ(เปอร์เซ็นต์)	92.93	93.31	93.06	93.1

จากตารางที่ 1 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า ระดับเกียร์ 1 (เกียร์ต่ำ) ในแปลงเกษตรเพื่อพรวนดินร่วนปนทราย ในพื้นที่ขนาด 200 ตารางเมตร โดยการทำ 3 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ย ดังนี้ ความเร็วของล้อเฉลี่ยเท่ากับ 3.186 กิโลเมตรต่อชั่วโมง, เวลาในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 0.122 ไร่ต่อชั่วโมง, อัตราการสิ้นเปลืองเฉลี่ยเท่ากับ 16.93 เปอร์เซ็นต์, อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 245.66 วัตต์ชั่วโมง, ความกว้างของการไถเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 เมตร, TFC ความสามารถตามทฤษฎีความกว้างของการไถเฉลี่ยเท่ากับ 1.094 ไร่ต่อชั่วโมง, EFC ความสามารถในการทำงานจริงเฉลี่ยเท่ากับ 1.017 ไร่ต่อชั่วโมง, Eff ประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 93.1 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบประสิทธิภาพพบว่า เมื่อความเร็วน้อยและมีอัตราประสิทธิภาพสูงเนื่องจากน้ำหนักกดที่เหมาะสม และการไถพรวนดินมีการบังคับน้ำหนักผานไถเพื่อให้พรวนดินในระดับที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด และค่าอัตราการสิ้นเปลืองมาตรฐานอยู่ที่ 10-14 เปอร์เซ็นต์ โดยเกียร์ 1 จะมีค่ามากกว่ามาตรฐาน ซึ่งบ่งบอกให้ทราบได้ว่ารถไถพรวนดินจะลดน้ำหนักอุปกรณ์ได้ แต่ถ้าลดจะทำให้ อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงได้

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า ระดับเกียร์ 2

รายการ	ข้อมูลการทดสอบ			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1.ความเร็วของล้อ(กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	4.90	4.93	4.88	4.91
2.เวลาในการทำงาน(ไร่ต่อชั่วโมง)	0.080	0.078	0.079	0.079
3. อัตราการสิ้นเปลือง (เปอร์เซ็นต์)	12.24	14	14.28	13.50
4.อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (วัตต์ชั่วโมง)	158.5	157.4	157.9	157.98
5.ความกว้างของการไถ (เมตร)	0.55	0.55	0.55	0.55
6. TFCความสามารถตามทฤษฎี ความกว้างของการไถ (ไร่ต่อชั่วโมง)	1.686	1.697	1.697	1.693
7.EFC ความสามารถในการทำงาน จริง	1.556	1.592	1.575	1.574
8.Eff ประสิทธิภาพ(เปอร์เซ็นต์)	92.28	93.81	92.81	92.66

จากตารางที่ 2 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า ระดับเกียร์ 2 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า ระดับเกียร์ 2 (เกียร์สูง) ในแปลงเกษตรเพื่อพรวนดินร่วนปนทราย ในพื้นที่ขนาด 200 ตารางเมตร โดยการทำ 3 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ย ดังนี้ ความเร็วของล้อเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.91 กิโลเมตรต่อชั่วโมง, เวลาในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 0.079 ไร่ต่อชั่วโมง, อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่ากับ 13.50 เปอร์เซ็นต์, อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 157.98 วัตต์ต่อชั่วโมง, ความกว้างของการไถเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 เมตร, TFC ความสามารถตามทฤษฎีความกว้างของการไถเฉลี่ยเท่ากับ 1.693 ไร่ต่อชั่วโมง, EFC ความสามารถในการทำงานจริงเฉลี่ยเท่ากับ 1.574 ไร่ต่อชั่วโมง, Eff ประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 92.66 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบประสิทธิภาพพบว่า เมื่อความเร็วมากและมีอัตราประสิทธิภาพสูงเนื่องจากการไถพรวนดินมีการบังคับน้ำหนักพาดไถเพื่อให้พรวนดินในระดับที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด และค่าอัตราการสิ้นเปลืองมาตรฐานอยู่ที่ 10-14 เปอร์เซ็นต์ โดยเกียร์ 2 จะมีค่าที่อยู่ในมาตรฐาน ซึ่งบ่งบอกให้ทราบได้ว่าสามารถที่จะลดการสิ้นเปลืองให้ลดลงโดยไม่หมุนอยู่กับที่

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า พบว่า ได้เครื่องจักรกลการเกษตรที่สามารถอำนวยความสะดวก และทุ่นแรงให้กับเกษตรกรในการไถพรวนดินสำหรับแปลงเกษตรขนาดเล็ก สอดคล้องกับที่ ศาสนาคุณมไทย สำหรับเยาวชน ที่ได้ให้ความหมายของคำว่าเครื่องจักรกลการเกษตร เป็นเครื่องมือที่เกษตรกรใช้ในการทำงานการเกษตร เพื่อช่วยลดความยากลำบากในการทำงาน หรือลดการออกแรงให้น้อยลง และสอดคล้องกับที่ บัญญัติ เศรษฐฐิต (2531) ได้กล่าวไว้ว่า รถไถเดินตามนับได้ว่าเป็นเครื่องมือทุ่นแรงที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่ง เพราะสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และสะดวกในทุกพื้นที่ รถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า เลือกใช้มอเตอร์กระแสตรงชนิดบัสเลสดีซีมอเตอร์ เป็นต้นกำลังหลักในการสร้างแรงขับเคลื่อนรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า สอดคล้องกับงานวิจัยของ มงคล และคณะ (2564) ได้ศึกษาเรื่อง การออกแบบและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ ที่มีการเลือกใช้มอเตอร์กระแสตรงชนิดบัสเลสดีซีมอเตอร์ Brushless DC Motor (BLDC) ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในแง่ของการให้พลังเชิงกลมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์กระแสตรงชนิดอื่นที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าๆ กัน รถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า มีประสิทธิภาพสามารถใช้ในการพรวนดินเพื่อเตรียมดิน สำหรับการเพาะปลูกในแปลงเกษตรขนาดเล็ก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก ผู้วิจัย ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดกระบวนการทางเทคโนโลยีของ สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2566) เข้ามาช่วยในการออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า ให้สามารถทำงานเพื่อตอบสนองความต้องการ เป็นเพราะกระบวนการดังกล่าว มีขั้นตอนและรูปแบบที่ครอบคลุมกระบวนการออกแบบและพัฒนา โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการกำหนดปัญหาหรือความต้องการ การรวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการออกแบบและปฏิบัติการ ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข และประเมินผล ทำให้รถไถที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นมามีประสิทธิภาพ สามารถใช้ในการพรวนดิน เพื่อเตรียมดินสำหรับการเพาะปลูกในแปลงเกษตรขนาดเล็กได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ผลจากการออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กลังงานไฟฟ้า ได้เครื่องจักรกลการเกษตรขนาดเล็กที่สามารถอำนวยความสะดวก และทุ่นแรงให้กับเกษตรกร ในการไถพรวนดิน สำหรับแปลงเกษตรขนาดเล็ก โดยมีขนาด ความกว้าง 1.2 เมตร, ความยาว 1.5 เมตร และความสูง 1.41 เมตร น้ำหนักกรวม 300 กิโลกรัม ขนาดล้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2,000 วัตต์, กล่องคอนโทรลเลอร์ 100 แอมป์, แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ขนาด 30 แอมป์, ชุดส่งกำลังผ่านโซ่เฟืองโซ่มีค่าเท่ากับ 1 : 7.806, เกียร์ 1 อัตราทด 16 : 1 ความเร็วรอบเฟลาเท่ากับ 29.7 rpm และเกียร์ 2 อัตราทด 12 : 1 ความเร็วรอบเฟลาเท่ากับ 42.2

rpm, มีแรงม้าของกำลังพรวนเท่ากับ 1.729 แรงม้า รถไถสามารถไถพรวนดินในดินร่วนปนทราย เพื่อพรวนดิน และเตรียมดินในการทำเกษตรขนาดเล็กในการปลูกพืช

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า ในสภาพดินร่วนปนทรายในพื้นที่ใกล้เคียงกัน ขนาดพื้นที่เท่ากับ 200 ตารางเมตร จากการหาประสิทธิภาพการทำงานจากเกียร์ 1 พบว่า ความเร็วในการเคลื่อนที่ล้อ 3.186 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีเวลาในการทำงาน 0.122 ไร่ต่อชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลือง 16.93 เปอร์เซ็นต์ อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 245.66 วัตต์ต่อชั่วโมง ความกว้างของการไถ 0.55 เมตร มีความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (TFC) 1.094 ไร่ต่อชั่วโมง มีความสามารถในการทำงานจริง (EFC) 1.017 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพ (EFF) 92.1 เปอร์เซ็นต์ และเกียร์ 2 พบว่า ความเร็วในการเคลื่อนที่ล้อ 4.91 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีเวลาในการทำงาน 0.079 ไร่ต่อชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลือง 11.89 เปอร์เซ็นต์ อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 157.98 วัตต์ต่อชั่วโมง ความกว้างของการไถ 0.55 เมตร มีความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (TFC) 1.693 ไร่ต่อชั่วโมง มีความสามารถในการทำงานจริง (EFC) 1.574 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพ (EFF) 93.66 เปอร์เซ็นต์

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์เชิงวิชาการและสาธารณะ

6.1.1 ประโยชน์เชิงวิชาการ ควรมีการบูรณาการผลการวิจัยเข้ากับหลักสูตรการศึกษาในสาขาวิศวกรรม การเกษตรและวิศวกรรมเครื่องกล ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างองค์ความรู้ด้านนวัตกรรมเกษตรสมัยใหม่ อันจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีรถไถพรวนดินพลังงานไฟฟ้า

6.1.2 ประโยชน์เชิงสาธารณะ การใช้รถไถพรวนดินพลังงานไฟฟ้าจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษทางอากาศ อย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้คุณภาพอากาศในพื้นที่เกษตรกรรมดีขึ้น นอกจากนี้ การลดเสียงรบกวนจะช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิตของชุมชนเกษตรกรรม การประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและการบำรุงรักษาในระยะยาวจะช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรรายย่อย

6.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

6.2.1 การส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ควรมีการผลักดันนโยบาย "เกษตรกรรมคาร์บอนต่ำ" (Low-carbon Agriculture) โดยสนับสนุนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานสะอาดในภาคเกษตรกรรม พร้อมทั้งส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในการกักเก็บพลังงานและระบบการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานหมุนเวียน

6.2.2 การสร้างมาตรฐานและการควบคุมคุณภาพ ควรมีการกำหนดมาตรฐานการผลิตรถไถพรวนดินพลังงานไฟฟ้าที่ครอบคลุมทั้งด้านประสิทธิภาพ และความปลอดภัย รวมถึงมีการจัดตั้งหน่วยงานกำกับดูแลเฉพาะทางเพื่อตรวจสอบและรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งพัฒนาระบบการติดตามและประเมินผลการใช้งานในระยะยาว เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงมาตรฐานให้ทันสมัยอยู่เสมอ

6.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

6.3.1 ควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ โดยวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่ สำรองและพัฒนาแบตเตอรี่ที่มีความจุสูง น้ำหนักเบา และมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น เช่น แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนรุ่นใหม่ หรือแบตเตอรี่แบบโซลิดสเตต และการวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยวิจัยและพัฒนามอเตอร์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และใช้พลังงานน้อยลง เพื่อลดการใช้พลังงาน และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า

6.3.2 ควรมีการศึกษาและวิเคราะห์การใช้งานในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ โดยการทดสอบในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย ทดสอบการใช้งานรถไถพรวนดินพลังงานไฟฟ้าในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เช่น ดินเหนียว ดินทราย และดินร่วน เพื่อปรับปรุงการออกแบบให้เหมาะสมกับทุกสภาพแวดล้อม และการศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานใน

พื้นที่ภูเขา โดยวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงรถไถพรวนดินให้สามารถทำงานได้ดีในพื้นที่ภูเขาหรือพื้นที่ที่มีความลาดเอียงสูง

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าของบทความ เอกสาร ตำราและหนังสือ ที่ผู้วิจัยใช้ในการสืบค้น ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ แผนกวิชาเทคนิคพื้นฐาน วิทยาลัยเทคนิครัตนบุรี ที่ให้การอนุเคราะห์สถานที่ในการออกแบบ พัฒนา และสร้างรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กรวมไปถึงบ้านจบก ตำบลบ้านผือ อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์ ที่ให้การอนุเคราะห์แปลงเกษตรขนาดเล็ก เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของรถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กรวมไปถึง อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิต่าง ๆ ที่ให้คำแนะนำและเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- บุรินทร์ เกิดทรัพย์. (2565). การออกแบบยานยนต์ไฟฟ้าเบื้องต้น. <https://shorturl.asia/lmZKn>
- บัญญัติ เศรษฐฐิติ. (2531). รถแทรกเตอร์ และ เครื่องมือทุ่นแรงในการเกษตร. ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. <https://shorturl.asia/8ouiJ>
- ฤเชษฐ์ ภูประดับศิลป์. (2565). เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า : มอเตอร์ไฟฟ้า. <https://www.nectec.or.th/news/news-public-document/epub-ev-motor.html>
- วิจิตร บุญยะโหดระ. (2566). มลภาวะจากท่อไอเสีย. <https://shorturl.asia/hl4NJ>
- วีรยุทธ เดิมสวัสดิ์, จักรกฤษณ์ จันทศิริ. (2561). การพัฒนารถสามล้อไฟฟ้าเพื่อคนพิการทางขา. สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. <https://shorturl.asia/xCXdq>
- สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. (2566). โครงสร้างราคาปลีกน้ำมัน. <https://shorturl.asia/suSoB>
- สถาบันยานยนต์. (2565). ความรู้ยานยนต์ไฟฟ้าเบื้องต้น. <https://shorturl.asia/RNSb1/>
- มงคล ลาดชูย์, ภาคิน ขบขัน, วสุพล กุลเกลี้ยง, ณัฐชัย โพธิ์. (2564). การออกแบบและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ. <https://shorturl.asia/r6ol7>
- อรรถพล อารณพงษ์. (2559). การพัฒนาระบบรวบรวมข้อมูลสำหรับการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร. <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/7079>
- ยศพงษ์ ลออนวล และคณะ. (2558). การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า และผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.
- วุฒิชัย แพงคำรัก. (2559). คู่มือเครื่องต้นกำลังเกษตร. อ้างจากใน สำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม <https://shorturl.asia/fK7P6>
- สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). กระบวนการเทคโนโลยี. https://designtechnology.ipst.ac.th/?page_id=1094
- Electric motors', Dana TM4. (2566). มอเตอร์ไฟฟ้า. https://www.nectec.or.th/wp-content/uploads/2022/09/NECTEC-EV-motor_epub.pdf

คุณค่าทางวิชาการ

คุณค่าทางวิชาการของงานวิจัย "การออกแบบและพัฒนารถไถพรวนดินเดินตามขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า" แสดงถึงความก้าวหน้าในการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ากับภาคเกษตรกรรม ซึ่งเป็นการปฏิวัติแนวความคิดการใช้พลังงานในเครื่องจักรกลการเกษตร โดยมุ่งเน้นการลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาด สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ โดยนวัตกรรมนี้ไม่เพียงแต่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจหมุนเวียนในภาคเกษตร โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนร่วมกับระบบอัจฉริยะในการควบคุมการทำงาน ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน และยกระดับมาตรฐานการทำเกษตรกรรมแบบแม่นยำสูง อีกทั้ง งานวิจัยนี้ยังเป็นการพัฒนานวัตกรรมทางการเกษตรที่สามารถเชื่อมโยงเทคโนโลยีดิจิทัล เข้ากับเครื่องจักรกลการเกษตร นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ในการออกแบบ นโยบายและกลยุทธ์การพัฒนาภาคเกษตรอย่างยั่งยืน ตอบโจทย์ความท้าทายทางด้านความมั่นคงทางอาหารและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในศตวรรษที่ 21